

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
15 mars 2001 (15.03.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 01/18853 A1

(51) Classification internationale des brevets: H01L 21/18

Meylan (FR). JALAGUIER, Eric [FR/FR]; 205, chemin des Roux, Le Penet, F-38410 Saint-Martin-d'Uriage (FR). MADAR, Roland [FR/FR]; 11, allée des Arcelles, F-38320 Eybens (FR).

(21) Numéro de la demande internationale:

PCT/FR00/02468

(22) Date de dépôt international:

7 septembre 2000 (07.09.2000)

(74) Mandataire: LEHU, Jean; Brevatome, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).

(25) Langue de dépôt:

français

(81) États désignés (national): JP, KR, SG, US.

(26) Langue de publication:

français

(84) États désignés (régional): brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(30) Données relatives à la priorité:

99/11224

8 septembre 1999 (08.09.1999) FR

Publiée:

— Avec rapport de recherche internationale.

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): COM-MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15ème (FR).

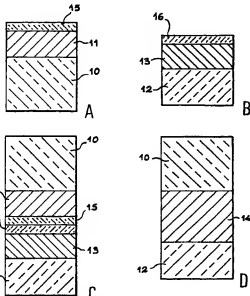
En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): JAUS-SAUD, Claude [FR/FR]; 6, allée des Tonnelles, F-38240

(54) Title: METHOD FOR ELECTRICALLY CONDUCTIVE BONDING BETWEEN TWO SEMICONDUCTOR ELEMENTS

(54) Titre: REALISATION D'UN COLLAGE ELECTRIQUEMENT CONDUCTEUR ENTRE DEUX ELEMENTS SEMI-CONDUCTEURS



(57) Abstract: The invention concerns a method for electrically conductive bonding between a surface of a first semiconductor element (10) and a surface of a second semiconductor element (12) using heat treatment. The method consists in: pressing said surfaces against each other with at least an intermediate layer (11, 15, 16, 13) of a material designed to ensure, after the heat treatment, an electrically conductive bonding between the two surfaces, the deposited layers being selected so that the heat treatment does not cause a reaction product between said material and the semiconductor elements (10, 12); then in carrying out the heat treatment. For example, the first and second semiconductor elements (10, 12) are SiC, the intermediate layer comprising a tungsten film (11, 13) and a silicon film (15, 16), the resulting mixture (14) comprising WSi2.

(57) Abrégé: L'invention concerne un procédé de réalisation d'un collage électriquement conducteur entre une face d'un premier élément semi-conducteur (10) et une face d'un deuxième élément semi-conducteur (12) au moyen d'un traitement thermique. Le procédé consiste à: appliquer lesdites faces l'une contre l'autre avec interposition d'au moins une couche (11, 15, 16, 13) d'un matériau destiné à assurer, après traitement thermique, un collage électriquement conducteur entre les deux faces, les couches déposées étant choisies pour que le traitement thermique n'induisse pas de produit de réaction entre ledit matériau et les éléments semi-conducteurs (10, 12), réaliser ledit traitement thermique. Par exemple, le premier et deuxième élément semi-conducteur (10, 12) est du SiC, l'interposition comprenant une couche de tungstène (11, 13) et une couche de silicium (15, 16), le mélange formé (14) comprenant du WSi2.

**REALISATION D'UN COLLAGE ELECTRIQUEMENT CONDUCTEUR  
ENTRE DEUX ELEMENTS SEMI-CONDUCTEURS**

**Domaine technique**

5

La présente invention concerne un procédé permettant la réalisation d'un collage électriquement conducteur entre deux éléments semi-conducteurs.

10 

**Etat de la technique antérieure**

Le report d'un film mince de matériau semi-conducteur sur un support est souvent utilisé dans le domaine de la microélectronique. C'est le cas notamment pour les dispositifs élaborés sur GaAs pour lesquels il est préférable de disposer d'un substrat constitué d'un film mince de GaAs sur un support en silicium. Cette solution apporte plusieurs avantages. Elle permet de réduire les coûts puisque le GaAs est un matériau cher par rapport au silicium. Elle permet de simplifier la mise en œuvre puisque le GaAs est fragile et donc délicat à manipuler. Elle permet aussi de réduire le poids des composants, ce qui est un paramètre important pour les applications spatiales, puisque le silicium est plus léger que le GaAs.

25

Un tel report se fait de façon classique par collage par l'intermédiaire d'un oxyde, ce type de collage étant bien maîtrisé. Cependant, ce collage au moyen d'un oxyde présente la particularité d'isoler électriquement le film mince de son support. Or, pour certaines applications, il est nécessaire d'établir une conduction électrique verticale au travers du substrat. C'est le cas notamment des diodes élaborées sur un film de SiC formé sur un support en silicium et des cellules solaires réalisées par dépôt de GaAs sur du silicium.

35

Par ailleurs, certains types de transistors (par exemple les transistors à base perméable ou à base métallique) nécessitent d'avoir une couche métallique enterrée sous la couche de semi-conducteur à partir de laquelle ils sont élaborés. Ce type de couche est difficile à réaliser et le collage conducteur est la solution la plus simple pour réaliser ce type de structure.

Plusieurs solutions ont été proposées pour réaliser un collage conducteur de deux plaques de silicium. On peut citer l'article "Buried Cobalt Silicide layers in Silicon Created by Wafer Bonding" de K. LJUNGBERG et al., paru dans J. Electrochem. Soc., Vol. 141, No 10, octobre 1994, pages 2829-2833 et l'article "Low Temperature Silicon Wafer-to-Wafer Bonding with Nickel Silicide" de Zhi-Xiong Xiao et al., paru dans J. Electrochem. Soc., Vol. 145, No 4, avril 1998, pages 1360-1362. Toutes ces solutions consistent à former, à partir d'un métal déposé sur les faces des plaques à coller, un siliciure par réaction du métal et du matériau semi-conducteur. Ces solutions présentent deux inconvénients. D'une part, la formation de siliciure consomme une partie du film semi-conducteur, ce qui peut être un inconvénient dans le cas de films très minces. D'autres part, il y a diffusion du métal dans le semi-conducteur, ce qui a pour conséquence de dégrader ses propriétés. C'est en particulier le cas si on utilise du nickel. De plus, les composés formés ne sont pas stables à haute température, ce qui limite les possibilités de traitement thermique après réalisation du collage. Ces deux aspects peuvent être très importants si l'on désire, après le collage, effectuer une épitaxie qui peut mettre en œuvre des températures élevées (de l'ordre de 1600°C dans le cas du SiC).

**Exposé de l'invention**

5                    Afin de remédier aux inconvénients cités  
ci-dessus, il est proposé selon la présente invention  
d'utiliser un collage par l'intermédiaire d'une ou de  
plusieurs couches ne réagissant pas avec au moins l'un  
des deux matériaux semi-conducteurs à relier  
électriquement.

10                   L'invention a donc pour objet un procédé de  
réalisation d'un collage électriquement conducteur  
entre une face d'un premier élément semi-conducteur et  
une face d'un deuxième élément semi-conducteur au moyen  
d'un traitement thermique, consistant à :

15                   - déposer au moins une couche de matériau  
sur ladite face du premier élément semi-conducteur et  
au moins une couche de matériau sur ladite face du  
deuxième élément semi-conducteur, ces couches déposées  
se combinant lors dudit traitement thermique pour  
20                   constituer une couche assurant un collage  
électriquement conducteur entre les deux faces,

                  - appliquer lesdites faces l'une contre  
l'autre avec interposition desdites couches de matériau  
déposées,

25                   - réaliser ledit traitement thermique,  
caractérisé en ce que la couche de matériau déposée sur  
ladite face du premier élément semi-conducteur et la  
couche de matériau déposée sur ladite face du deuxième  
élément semi-conducteur sont choisies pour réagir en  
30                   phase solide lors du traitement thermique et former un  
mélange stable en température respectivement vis-à-vis  
du premier et du deuxième élément semi-conducteur, le  
traitement thermique n'induisant pas de produit de  
réaction entre les matériaux déposés et au moins l'un  
35                   des éléments semi-conducteurs.

Selon un mode particulier de mise en œuvre, le matériau de la couche déposée sur la face du premier élément semi-conducteur est distinct du matériau de la couche déposée sur la face du deuxième élément semi-conducteur, le traitement thermique formant un mélange n'induisant pas de produit de réaction avec le premier et le deuxième élément semi-conducteur.

Selon un autre mode particulier de mise en œuvre, l'une des couches de matériau est déposée avec une surépaisseur telle qu'une partie de cette couche, en contact avec l'autre couche de matériau, se combine avec l'autre couche de matériau déposée pour former ledit mélange stable, l'autre partie de la couche déposée avec une surépaisseur, en contact avec l'élément semi-conducteur sur lequel elle est déposée, réagissant lors du traitement thermique avec cet élément semi-conducteur pour former un film de contact ohmique.

Il peut être prévu une couche d'oxyde entre les couches de matériau déposées, l'oxyde étant choisi pour réagir avec au moins un matériau desdites couches déposées, les épaisseurs de la couche d'oxyde et de la couche de matériau avec lequel l'oxyde réagit étant telles que l'oxyde formé se présente sous la forme de précipités isolés qui n'altèrent pas sensiblement le collage électriquement conducteur. Cette couche d'oxyde peut être déposée sur l'une des couches de matériau déposées ou sur les deux, par exemple par une méthode choisie parmi le dépôt sous vide et le dépôt de type sol-gel.

Pour améliorer le collage, les premier et deuxième éléments semi-conducteurs peuvent être pressés l'un contre l'autre lors du traitement thermique.

Le collage électriquement conducteur peut résulter d'un mélange de matériaux identiques. A titre d'exemple, le premier élément semi-conducteur est du SiC et le deuxième élément semi-conducteur est du SiC, l'interposition comprenant une couche de tungstène et une couche de silicium sur ladite face du premier élément semi-conducteur et une couche de tungstène et une couche de silicium sur ladite face du deuxième élément semi-conducteur, le mélange formé après le traitement thermique comprenant du  $WSi_2$ .

Si l'un des éléments semi-conducteurs est un film mince, le procédé peut comprendre une étape préliminaire consistant à définir ce film mince comme couche superficielle d'un substrat, destinée à être séparée du reste du substrat. Selon un premier exemple de réalisation, lors de l'étape préliminaire, le substrat est formé par empilement d'un support, d'une couche sacrificielle et du film mince, la séparation du film mince du reste du substrat étant obtenue, après réalisation du collage, par dissolution de la couche sacrificielle. Selon un deuxième exemple de réalisation, lors de l'étape préliminaire, le film mince est délimité dans un substrat par une couche de microcavités obtenue par implantation ionique, la séparation du film mince du reste du substrat étant consécutive au traitement thermique de collage ou à un traitement thermique spécifique ou encore à l'application de forces mécaniques ou à la combinaison d'un traitement thermique et de l'application de forces mécaniques.

#### **Brève description des dessins**

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture

de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

5                   - les figures 1A à 1D illustrent un premier exemple de réalisation d'un collage électriquement conducteur entre deux éléments semi-conducteurs, selon le procédé de l'invention,

10                   - les figures 2A à 2E illustrent un deuxième exemple de réalisation d'un collage électriquement conducteur entre deux éléments semi-conducteurs, selon le procédé de l'invention,

15                   - les figures 3A à 3D illustrent un troisième exemple de réalisation d'un collage électriquement conducteur entre deux éléments semi-conducteurs, selon le procédé de l'invention.

#### **Description détaillée de modes de réalisation de l'invention**

20                   L'invention propose de réaliser un collage par l'intermédiaire de couches qui ne réagissent pas avec l'un ou l'autre des éléments semi-conducteurs à relier électriquement.

25                   Selon l'invention, les matériaux interposés entre les deux éléments à coller réagissent lors du traitement thermique pour former un mélange stable vis-à-vis de ces éléments à des températures importantes et notamment supérieures à celle du traitement thermique. Cette stabilité à haute température est  
30                   particulièrement importante lorsque les éléments sont en SiC et que l'un d'entre eux doit subir une épitaxie.

                  Le procédé selon l'invention ne nécessite pas l'utilisation d'une barrière de diffusion bien qu'une barrière de diffusion puisse être quand même  
35                   utilisée.

Préférentiellement, les matériaux interposés sont :

-W (ou composé à base de W)/Si,

5 -W (ou un composé à base de W)/Si/W (ou un composé à base de W).

Les épaisseurs des couches interposées sont généralement paramétrées pour que la totalité des matériaux de ces couches interagissent pour former un nouveau matériau stable. Cependant, dans certains cas,  
10 il peut être avantageux d'utiliser au moins une couche de matériau présentant une surépaisseur. Cette surépaisseur de matériau réagit alors lors du traitement thermique à haute température avec l'élément avec lequel elle est en contact pour former un film de contact ohmique.  
15

A titre d'exemple, pour des éléments à coller en SiC et des couches interposées en W et Si, pour que la totalité des couches interposées réagisse, le rapport de l'épaisseur totale de la ou des couches de Si avec l'épaisseur totale de la ou des couches de W  
20 doit être égal ou voisin de 2,5 pour obtenir une couche homogène de  $WSi_2$ . Pour disposer d'une surépaisseur apte à réagir, il faut se placer légèrement en dessous de 2,5. Ceci permet d'avoir un film mince à base de  $WSi$  et  
25 WC qui est stable aussi à haute température.

Selon une approche cinétique, on utilise des couches qui ne sont stables thermo-dynamiquement avec l'un ou l'autre des matériaux semi-conducteurs aux températures utilisées lors de la réalisation des dispositifs, et lors de leur utilisation, qu'après le traitement thermique de collage des deux éléments semi-conducteurs. Par exemple, dans le cas du report de carbure de silicium sur du carbure de silicium, on peut utiliser les empilements suivants : élément en  
30 SiC/couche de W/couche de Si-couche de Si/couche de  
35



W/SiC, le silicium pouvant être amorphe ou cristallin. Lors du traitement thermique, le tungstène réagit avec le silicium pour former du  $\text{WSi}_2$ . Pour une structure SiC/W (épaisseur 0,1  $\mu\text{m}$ )/Si (épaisseur 0,25  $\mu\text{m}$ )-Si (épaisseur 0,25  $\mu\text{m}$ )/W (épaisseur 0,1  $\mu\text{m}$ )/SiC, on obtient SiC/ $\text{WSi}_2$ /SiC. La réaction se produit à partir de 650°C, en impliquant la réaction du silicium avec le tungstène, sans consommation du film mince de SiC et le système est stable à plus de 1600°C.

Les figures 1A à 1D sont des vues transversales qui illustrent un premier exemple de mise en œuvre du procédé selon l'invention pour lequel le collage est réalisé selon une approche cinétique. La figure 1A montre une plaque 10 en SiC recouverte successivement d'une couche 11 de tungstène et d'une couche 15 de silicium. La figure 1B montre une plaque 12 de SiC recouverte successivement d'une couche 13 de tungstène et d'une couche 16 de silicium. La figure 1C montre l'association des structures représentées aux figures 1A et 1B, ces structures étant mises en contact par leurs couches 15 et 16. Après traitement thermique à partir de 650°C, on obtient l'assemblage représenté à la figure 1D. La plaque 10 en SiC est reliée par un collage électriquement conducteur à la plaque 12 en SiC grâce à la couche intermédiaire 14 formée entre les deux plaques et comprenant du  $\text{WSi}_2$ .

Un tel collage électriquement conducteur peut être utilisé pour coller un film mince semi-conducteur sur un support semi-conducteur. Afin d'obtenir ce film mince on peut réduire l'épaisseur de l'une des deux plaques collées. Ceci présente deux inconvénients majeurs. D'une part il est difficile d'obtenir un film mince homogène en épaisseur et, d'autre part, il y a perte du reste de plaque semi-conductrice fournissant ce film. La présente invention

permet également de remédier à ces inconvénients. Une première solution met en œuvre une couche sacrificielle. Une seconde solution met en œuvre une méthode de clivage après implantation ionique.

5 Les figures 2A à 2E sont des vues transversales qui illustrent la réalisation d'un collage électriquement conducteur, selon une approche cinétique, entre une plaque semi-conductrice de SiC et un film mince en SiC obtenu par dissolution d'une  
10 couche sacrificielle. La figure 2A montre une plaque 30 en silicium recouverte d'une couche 31 d'oxyde ou de nitrure de silicium qui servira de couche sacrificielle. La couche sacrificielle 31 est recouverte successivement d'une couche 32 en SiC, qui  
15 fournira le film mince, d'une couche 33 de tungstène et d'une couche 37 de silicium. La figure 2B montre une plaque 34 de SiC recouverte d'une couche 35 en tungstène et d'une couche 38 en silicium. La figure 2C montre l'association des structures représentées aux  
20 figures 2A et 2B, ces structures étant mises en contact par leurs couches 37 et 38. Après traitement thermique à partir de 650°C, on obtient l'assemblage représenté à la figure 2D. La couche 32 en SiC est reliée par un collage électriquement conducteur à la plaque 34 en SiC  
25 grâce à la couche intermédiaire 36 constituée de  $\text{WSi}_2$ . La couche sacrificielle est ensuite dissoute par une technique connue de l'homme de l'art. On obtient d'une part la structure représentée à la figure 2E, c'est-à-dire un film mince de SiC collé par une liaison  
30 électrique à un support en SiC, et d'autre part une plaque de silicium réutilisable.

Les figures 3A à 3D sont des vues transversales qui illustrent la réalisation d'un collage électriquement conducteur, selon une approche  
35 cinétique, entre une plaque semi-conductrice de SiC et

un film mince en SiC obtenu par clivage après implantation ionique. La figure 3A montre une plaque 50 en SiC dans laquelle une couche 51 de microcavités a été engendrée par implantation ionique, au travers de  
5 l'une des faces de la plaque 50, selon la technique divulguée par le document FR-A-2 681 472. Une couche 52 de tungstène et une couche 57 de silicium ont été successivement déposées sur la face implantée de la plaque 50. La figure 3B montre une plaque 53 de SiC recouverte d'une couche 54 en tungstène et d'une couche  
10 58 en silicium. La figure 3C montre l'association des structures représentées aux figures 3A et 3B, ces structures étant mises en contact par leurs couches 57 et 58. Après traitement thermique, on obtient l'assemblage représenté à la figure 3D. Le traitement thermique a provoqué le clivage de la plaque 50 le long de la couche de microcavités. Il subsiste un film mince  
15 55 de SiC relié par un collage électriquement conducteur à la plaque 53 en SiC grâce à la couche intermédiaire 56 comprenant du  $\text{WSi}_2$ . Le reste de la plaque 50 peut alors être réutilisé.

De façon avantageuse, afin d'améliorer le collage, on peut appliquer une pression entre les structures assemblées. On peut aussi, conjointement ou  
25 non, utiliser une fine couche d'oxyde sur la surface d'au moins l'une des structures pour diminuer la pression nécessaire pour le collage, voire l'annuler. Cette couche d'oxyde doit être suffisamment fine (quelques angströms) et apte à interagir avec au moins  
30 l'un des matériaux de collage pour former à l'issue du procédé des précipités qui ne feront pas obstacle à la conduction électrique. Lors du traitement thermique, la fine couche d'oxyde réagit avec le métal qui lui est présenté, si celui-ci est suffisamment électropositif,  
35 pour former des oxydes métalliques qui se présentent

sous la forme de précipités isolés. C'est en particulier le cas du titane qui réagit avec l'oxyde  $\text{SiO}_2$  pour former  $\text{TiO}_2$  en libérant du silicium. Ainsi, un empilement  $\text{SiC}/\text{SiO}_2$  (de  $0,01 \mu\text{m}$  d'épaisseur)- $\text{SiO}_2$  (de  $0,01 \mu\text{m}$  d'épaisseur)/Ti (de  $0,1 \mu\text{m}$  d'épaisseur)/Si fournit la structure  $\text{SiC}/(\text{TiSi}_2 + \text{TiO}_x)/\text{Si}$ . La réaction se produit à  $1000^\circ\text{C}$ , en impliquant la réaction du silicium avec le titane et la réduction du  $\text{SiO}_2$  par le titane, sans consommation du film mince de SiC. Le  $\text{SiO}_2$  doit être mince pour que le  $\text{TiO}_2$  ne forme pas de couche continue. Le système est stable jusqu'à  $1330^\circ\text{C}$  (limité par la formation d'un eutectique entre  $\text{TiSi}_2$  et Si à cette température).

La description faite ci-dessus peut s'appliquer au collage d'autres éléments. Ainsi par exemple on peut coller une couche de GaN épitaxiée sur un substrat de saphir ou de SiC avec un substrat de SiC en interposant au moins deux couches de matériaux, respectivement de W et de Si.

## REVENDECATIONS

1. Procédé de réalisation d'un collage électriquement conducteur entre une face d'un premier  
5 élément semi-conducteur (10, 32, 55) et une face d'un deuxième élément semi-conducteur (12, 34, 53,) au moyen d'un traitement thermique, consistant à :

- déposer au moins une couche de matériau sur ladite face du premier élément semi-conducteur et  
10 au moins une couche de matériau sur ladite face du deuxième élément semi-conducteur, ces couches déposées se combinant lors dudit traitement thermique pour constituer une couche assurant un collage électriquement conducteur entre les deux faces,

15 - appliquer lesdites faces l'une contre l'autre avec interposition desdites couches de matériau déposées,

- réaliser ledit traitement thermique, caractérisé en ce que la couche de matériau (11, 15,  
20 33, 37, 52, 57) déposée sur ladite face du premier élément semi-conducteur et la couche de matériau (13, 16, 35, 38, 54, 58) déposée sur ladite face du deuxième élément semi-conducteur sont choisies pour réagir en phase solide lors du traitement thermique et former un  
25 mélange stable en température respectivement vis-à-vis du premier (10, 32, 55) et du deuxième (12, 34, 53) élément semi-conducteur, le traitement thermique n'induisant pas de produit de réaction entre les matériaux déposés et au moins l'un des éléments semi-  
30 conducteurs.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le matériau de la couche déposée sur la face du premier élément semi-conducteur est  
35 distinct du matériau de la couche déposée sur la face

du deuxième élément semi-conducteur, le traitement thermique formant un mélange n'induisant pas de produit de réaction avec le premier et le deuxième élément semi-conducteur.

5

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'une des couches de matériau est déposée avec une surépaisseur telle qu'une partie de cette couche, en contact avec l'autre couche de matériau, se combine avec l'autre couche de matériau déposée pour former ledit mélange stable, l'autre partie de la couche déposée avec une surépaisseur, en contact avec l'élément semi-conducteur sur lequel elle est déposée, réagissant lors du traitement thermique avec cet élément semi-conducteur pour former un film de contact ohmique.

15

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il est prévu une couche d'oxyde entre lesdites couches de matériau déposées, l'oxyde étant choisi pour réagir avec au moins un matériau desdites couches déposées, les épaisseurs de la couche d'oxyde et de la couche de matériau avec lequel l'oxyde réagit étant telles que l'oxyde formé se présente sous la forme de précipités isolés qui n'altèrent pas sensiblement le collage électriquement conducteur.

20

25

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite couche d'oxyde est déposée sur l'une des couches de matériau déposées ou sur les deux.

30

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premier et deuxième éléments semi-conducteurs sont pressés l'un contre l'autre lors du traitement thermique.

35

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier élément semi-conducteur est du SiC et le deuxième élément semi-conducteur est du SiC, l'interposition comprenant une  
5 couche de tungstène et une couche de silicium sur ladite face du premier élément semi-conducteur et une couche de tungstène et une couche de silicium sur ladite face du deuxième élément semi-conducteur, le mélange formé après le traitement thermique comprenant  
10 du  $\text{WSi}_2$ .

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, l'un des éléments semi-conducteurs étant un film mince (32,  
15 55), le procédé comprend une étape préliminaire consistant à définir ce film mince comme couche superficielle d'un substrat, destinée à être séparée du reste du substrat.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que, lors de l'étape préliminaire, le substrat est formé par empilement d'un support (30), d'une couche sacrificielle (31) et du film mince (32), la séparation du film mince du reste du substrat étant  
20 obtenue, après réalisation du collage, par dissolution de la couche sacrificielle (31).

10. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que, lors de l'étape préliminaire, le film mince est délimité dans un substrat (50) par une  
30 couche de microcavités (51) obtenue par implantation ionique, la séparation du film mince du reste du substrat étant consécutive au traitement thermique de collage ou à un traitement thermique spécifique ou  
35 encore à l'application de forces mécaniques ou à la

combinaison d'un traitement thermique et de  
l'application de forces mécaniques.



1 / 3

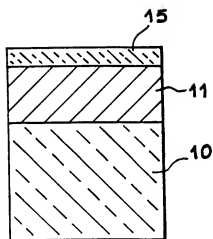


FIG. 1 A

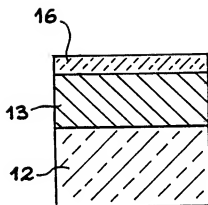


FIG. 1 B

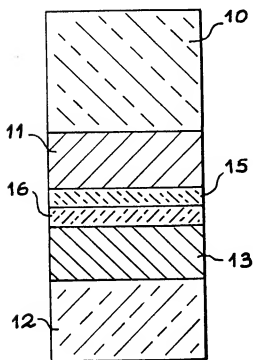


FIG. 1 C

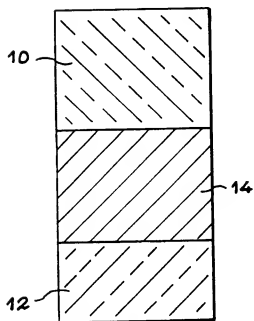


FIG. 1 D

2 / 3

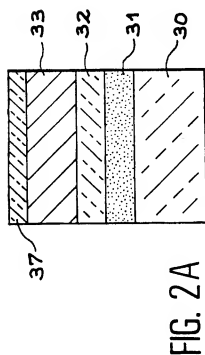


FIG. 2B

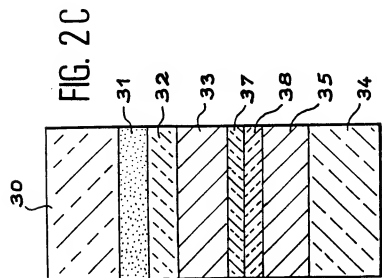
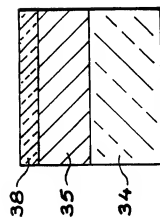


FIG. 2D

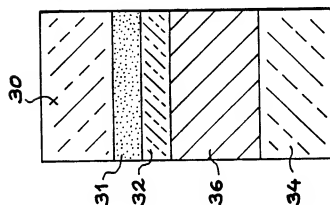
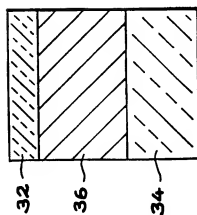


FIG. 2E



3 / 3

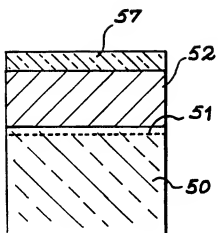


FIG. 3A

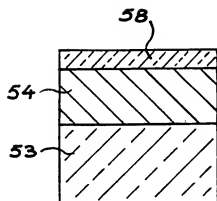


FIG. 3B

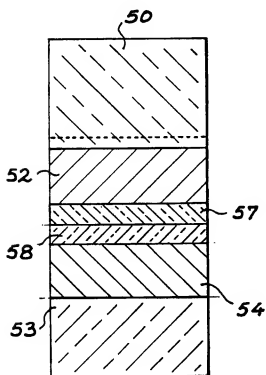


FIG. 3C

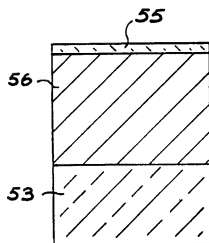


FIG. 3D

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 00/02468

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01L21/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

INSPEC, COMPENDEX, EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SHIEH C L ET AL: "A 1.3 mu m InGaAsP ridge waveguide laser on GaAs and silicon substrates by thin-film transfer" THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDIUM PHOSPHIDE AND RELATED MATERIALS, CARDIFF, UK, 8 - 11 April 1991, pages 272-275, XP002140746 IEEE, New York, USA ISBN: 0-87942-626-8	1,6,8
A	the whole document  ----- -/-	9

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*S\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 November 2000

Date of mailing of the international search report

04/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Köpf, C

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>LU Y ET AL: "Eutectic bonding for inducing in-plane strain in GaAs and GaAs-AlGaAs MQW thin films" ADVANCED METALLIZATION FOR DEVICES AND CIRCUITS - SCIENCE, TECHNOLOGY AND MANUFACTURABILITY SYMPOSIUM, SAN FRANCISCO, CA, USA, 4 - 8 April 1994, pages 607-612, XP000921252 Mater. Res. Soc, Pittsburgh, PA, USA page 608</p> <p>---</p>	1,6,8
X	<p>EP 0 587 996 A (MOTOROLA INC) 23 March 1994 (1994-03-23) column 1, line 7 -column 3, line 37; figure 1</p> <p>---</p>	1,2
X	<p>US 5 441 911 A (MALHI SATWINDER) 15 August 1995 (1995-08-15)</p> <p>---</p>	1,6
A	<p>column 4, line 13 -column 5, line 5; figure 5</p> <p>---</p>	7
X	<p>WOLFFENBUTTEL R F: "Low-temperature intermediate Au-Si wafer bonding; eutectic or silicide bond" SENSORS AND ACTUATORS A (PHYSICAL), vol. A62, no. 1-3, July 1997 (1997-07), pages 680-686, XP004119709 Elsevier, Switzerland ISSN: 0924-4247</p> <p>---</p>	1
A	<p>page 684, left-hand column</p> <p>---</p>	4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/02468

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0587996 A	23-03-1994	US 5369304 A	29-11-1994
		DE 69315929 D	05-02-1998
		DE 69315929 T	18-06-1998
		JP 6112148 A	22-04-1994
		US 5567649 A	22-10-1996
US 5441911 A	15-08-1995	US 5349207 A	20-09-1994

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Département international No

PCT/FR 00/02468

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 H01L21/18

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

INSPEC, COMPENDEX, EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	SHIEH C L ET AL: "A 1.3 $\mu$ m InGaAsP ridge waveguide laser on GaAs and silicon substrates by thin-film transfer" THIRD INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDIUM PHOSPHIDE AND RELATED MATERIALS, CARDIFF, UK, 8 - 11 avril 1991, pages 272-275, XP002140746 IEEE, New York, USA ISBN: 0-87942-626-8	1,6,8
A	le document en entier --- -/-	9

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

\*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

\*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

\*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

\*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

27 novembre 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

04/12/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Köpf, C

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demar. internationale No

PCT/FR 00/02468

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	<p>LU Y ET AL: "Eutectic bonding for inducing in-plane strain in GaAs and GaAs-AlGaAs MQW thin films"</p> <p>ADVANCED METALLIZATION FOR DEVICES AND CIRCUITS - SCIENCE, TECHNOLOGY AND MANUFACTURABILITY SYMPOSIUM, SAN FRANCISCO, CA, USA,</p> <p>4 - 8 avril 1994, pages 607-612,</p> <p>XP000921252</p> <p>Mater. Res. Soc, Pittsburgh, PA, USA</p> <p>page 608</p> <p>---</p>	1,6,8
X	<p>EP 0 587 996 A (MOTOROLA INC)</p> <p>23 mars 1994 (1994-03-23)</p> <p>colonne 1, ligne 7 -colonne 3, ligne 37;</p> <p>figure 1</p> <p>---</p>	1,2
X	<p>US 5 441 911 A (MALHI SATWINDER)</p> <p>15 août 1995 (1995-08-15)</p> <p>---</p>	1,6
A	<p>colonne 4, ligne 13 -colonne 5, ligne 5;</p> <p>figure 5</p> <p>---</p>	7
X	<p>WOLFFENBUTTEL R F: "Low-temperature intermediate Au-Si wafer bonding; eutectic or silicide bond"</p> <p>SENSORS AND ACTUATORS A (PHYSICAL), vol. A62, no. 1-3, juillet 1997 (1997-07), pages 680-686, XP004119709</p> <p>Elsevier, Switzerland</p> <p>ISSN: 0924-4247</p> <p>---</p>	1
A	<p>page 684, colonne de gauche</p> <p>---</p>	4



**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demi internationale No  
PCT/FR 00/02468

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0587996 A	23-03-1994	US 5369304 A	29-11-1994
		DE 69315929 D	05-02-1998
		DE 69315929 T	18-06-1998
		JP 6112148 A	22-04-1994
		US 5567649 A	22-10-1996
<hr/>			
US 5441911 A	15-08-1995	US 5349207 A	20-09-1994
<hr/>			